

2

Attorney Docket: 381NP/48110
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: SHOJI SUZUKI ET AL.
Serial No.: NOT YET ASSIGNED
Filed: AUGUST 9, 1999
Title: DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM AND INFORMATION
SYSTEM



CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Box PATENT APPLICATION

August 9, 1999


Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application Nos. 10-224027, filed in Japan on August 7, 1998; 10-265950, filed in Japan on September 21, 1998; and 11-055556, filed in Japan on March 3, 1999, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,


Gary R. Edwards
Registration No. 31,824

EVENSON, McKEOWN, EDWARDS
& LENAHA, P.L.L.C.
1200 G Street, N.W., Suite 700
Washington, DC 20005
Telephone No.: (202) 628-8800
Facsimile No.: (202) 628-8844
GRE:kms

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 8 年 8 月 7 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 0 年特許願第 2 2 4 0 2 7 号

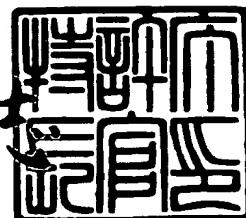
出 願 人
Applicant (s):

株式会社日立製作所

1 9 9 9 年 5 月 1 4 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出証番号 出証特平 1 1 - 3 0 2 9 1 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 1198002411

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 9/46

【発明の名称】 制御ユニット及び分散制御システム

【請求項の数】 22

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 鈴木 昭二

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 横山 孝典

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 永浦 渉

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市上水本町五丁目20番1号
株式会社 日立製作所 半導体事業部内

 【氏名】 今井 崇明

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100068504

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003094

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 制御ユニット及び分散制御システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アプリケーション・プログラムを構成する 1 個またはそれ以上のソフトウェアモジュールの起動手順を格納するモジュール構成情報格納部と

該モジュール構成情報格納部を参照し、該アプリケーション・プログラムモジュールを実行するモジュール起動制御部とを有する制御ユニット。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記モジュール構成情報格納部は、実行されているアプリケーションプログラムモジュールと

次に実行すべきアプリケーション・プログラムモジュールとを対応付けて格納する制御ユニット。

【請求項 3】

複数の制御ユニットがネットワークに接続された制御システムであって、該制御ユニットは、

アプリケーション・プログラムを構成する 1 個またはそれ以上のソフトウェアモジュールの起動手順を格納するモジュール構成情報格納部と

該モジュール構成情報格納部を参照し、該アプリケーション・プログラムモジュールを実行するモジュール起動制御部とを有する制御システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記モジュール構成情報格納部は、実行されているアプリケーションプログラムモジュールと

次に実行すべきアプリケーション・プログラムモジュールとを対応付けて格納する制御システム。

【請求項 5】

ネットワークと、前記ネットワークと接続するための通信手段を有する少なく

とも1つの制御ユニットとを有する分散制御システムであって、該制御ユニットは、

ネットワーク通信機能を有する1個またはそれ以上のメッセージ・オブジェクトの起動手順を格納するメッセージ・オブジェクト構成情報格納手段と

該メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段を参照し、該メッセージ・オブジェクトを実行するリアルタイム通信処理制御手段とを有することを特徴とする分散制御システム。

【請求項6】

請求項5において、

前記リアルタイム通信処理制御手段は、タスクに実行されるソフトウェア・モジュールである分散制御システム。

【請求項7】

請求項5において、

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、通信処理を実行する優先度を示す通信処理優先度を有し、この優先度に基づいて通信処理を行う分散制御システム。

【請求項8】

請求項7において、

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、ユニット内通信またはユニット間通信を示す情報を有し、ユニット間通信について、前記通信処理優先度を有する分散制御システム。

【請求項9】

請求項5において、

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、通信サービスの種類を有する分散制御システム。

【請求項10】

ネットワークに接続された少なくとも1つの制御ユニットを有する分散制御システムにおいて、該制御ユニットは、

アプリケーションプログラムを構成する1個またはそれ以上のソフトウェア・

モジュールの起動手順を格納するモジュール構成情報格納手段と、

ネットワーク通信機能を有する 1 個またはそれ以上のメッセージ・オブジェクトの起動手順を格納するオブジェクト構成情報格納手段と、

該アプリケーションプログラム・モジュール構成情報格納手段を参照し、該アプリケーションプログラム・モジュールを実行するモジュール起動制御手段と、

該メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段を参照し、該メッセージ・オブジェクトを実行するリアルタイム通信処理制御手段と
を有する分散制御システム。

【請求項 11】

前記モジュール起動制御手段は、タスクであることを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 12】

前記モジュール起動制御手段は、OS 内の 1 機能であることを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 13】

前記アプリケーション・プログラムモジュール構成情報格納手段は、次に実行するソフトウェアモジュール情報を含むことを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 14】

前記リアルタイム通信処理制御手段は、タスクに実行されるソフトウェア・モジュールであることを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 15】

前記リアルタイム通信処理制御手段は、タスクであることを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 16】

前記リアルタイム通信処理制御手段は、OS 内の 1 機能であることを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 17】

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、通信処理優先度を含むこ

とを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 18】

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、ユニット内通信なのかユニット間通信なのかを示す情報を含むことを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 19】

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、通信サービスの種類を含むことを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 20】

前記メッセージ・オブジェクト構成情報格納手段は、次に実行するソフトウェア・モジュール情報を含むことを特徴とする請求項 10 記載の分散制御システム。

【請求項 21】

アプリケーション・プログラムを構成する 1 個またはそれ以上のソフトウェア・モジュールの起動手段を格納するモジュール構成情報格納手段と、ネットワーク通信機能を有する 1 個またはそれ以上のメッセージ・オブジェクトの起動手順を格納するオブジェクト構成情報格納手段と、モジュール構成情報格納手段を参照し、該アプリケーション・プログラムモジュールを実行するモジュール起動制御手段と該オブジェクト構成情報格納手段を参照し、該メッセージ・オブジェクトを実行するリアルタイム通信処理手段とを有する少なくとも 1 つの制御ユニットとモジュール構成情報格納手段に格納すべき情報を有する計算機と、該制御ユニット内に存在し、該情報モジュール構成情報格納手段に格納する初期化手段とがネットワークに接続された制御システム。

【請求項 22】

システム構成情報を入力とし、前記アプリケーション・プログラムモジュール構成情報格納手段に格納すべき情報と前記モジュール起動制御手段よりなるプログラムコードを出力する、分散制御ミドルウェア・コード生成ツール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は組み込みシステムに係り、特に、複数の組み込みシステムがCAN (Controller Area Network) やFoundation Fieldbus等のフィールドネットワークにより相互接続された分散制御システム、例えば自動車内のパワートレイン制御システム、ファクトリーオートメーションやプロセスオートメーションのフィールド機器制御システム、医療機器やロボット制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来技術1として、フィールドネットワークの一つであるLON (Local Operating Network) や、自動車制御向け標準通信プロトコルであるOSEK-COMのような、通信処理はアプリケーション・プログラム(AP) が呼び出すライブラリ方式があげられる。

【0003】

この方式は文献「OSEK/VDX Communication Version2.0a (<ftp://www-iit.etec.uni-karlsruhe.de/pub/osek/>より入手可能)」に詳しい。

【0004】

また、従来技術2として、多くの産業システムで採用されているメモリ転写方式(=Reflective Memory方式)があげられる。これは文献「REFLECTIVE MEMORY NETWORK WHITE PAPER(<http://www.vmic.com/>より入手可能)」に詳しい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術1では、通信処理を使用するためには、AP開発者がAP内に通信処理やAPの起動タイミングを記述する必要がある。

【0006】

しかし、今後、各ユニットがフィールドネットワークで相互接続される分散制御システム構成に移行するにつれて、特に、ネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力〜アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間の保証、即ち、

End-to-Endのリアルタイム (Real-Time。以下RT) 性の保証の際、不都合が生じる。

【0007】

理由は、基本的に、このRT性保証を通信処理やAPの起動タイミングを考慮して各AP毎に独立して実現する場合、少なくともRT性保証に関しては、APに汎用性がないので、システム構成が変更する毎に、APを全面的に書き直さなければならなくなるからである。また、今後フィールドネットワークのプロトコルの標準化が進むにつれ、異なるペンダユニットを相互に接続したいという顧客側からの要望が強くなるが、これらのユニットを相互接続した場合、ユニット内のAPを書き換えられない場合、上記理由により、RT性保証は非常に困難である。

【0008】

一方、従来技術2では、APと通信処理が共有メモリを介して分離され、互いに非同期に動作する。一般的に通信処理は、各ユニット上のシステム上での共有メモリの値を周期的に転送、更新する処理を行う。そのため、各AP単体の最悪実行時間及び通信処理の最悪実行時間は容易に保証出来る。

【0009】

しかし、APと通信処理が非同期であるため、データの伝搬遅延が発生するので、ネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力～アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間は大きい。このため、最悪実行時間が厳しい処理に対しては、従来技術2の適用が困難になる。また、従来技術2では、データの更新が行われていなくても、該共有メモリ上の値は周期的に転送、更新されるため、ネットワーク上のトラフィックを無駄に使うことになる。

【0010】

本発明は、RT性の保証を容易化することが可能であり、かつネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力～アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間を短くすることが出来、かつシステム構成が変更してもソフト変更量を小さく抑えることによりソフト生産性の向上をはかることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

APの実行を制御、管理する、ミドルウェア、OS、割り込み処理、ドライバソフト等より構成されるソフトウェアプラットフォーム内に、以下の手段を設けることにより、上記目的を達成する：

(1) APモジュールまたは通信処理の実行順番、あるいは各通信処理のRT通信サービス情報が格納されているAP構成情報記憶手段。

【0012】

(2) 該AP構成情報記憶手段を参照し、該AP構成情報記憶手段に格納されている実行順番に従ってAPモジュールを実行したり、通信処理を実行するモジュール起動制御手段。

【0013】

モジュール起動制御手段が該AP構成情報記憶手段を参照し、該AP構成情報記憶手段に格納されているAPモジュールまたは通信処理の実行順番に従ってAPモジュールを実行したり、あるいは通信処理を実行する。

【0014】

モジュール起動制御手段がAPモジュールを実行したり、あるいは通信処理を実行することにより、APと通信処理は完全に分離する。

【0015】

また、APモジュールの実行順序や通信処理の実行順序や通信処理のRT通信サービス内容の変更は、該AP構成情報記憶手段の変更により実現可能になる。

【0016】

【発明の実現の形態】

以下、図面に従って説明する。

【0017】

図1に本発明の分散制御システムを示す。

【0018】

分散制御システムは、複数のユニット1a, 1b, ..., 1nがネットワーク2に接続されて構成されている。各ユニットは、アプリケーション・プログラム

(AP) 11 と分散制御ミドルウェア 12, リアルタイムオペレーティングシステム (RTOS) 13 とネットワーク通信処理ドライバ 14 からなる。AP 11 は、複数の AP モジュール 21 a, 21 b, ..., 21 n からなる。分散制御ミドルウェア 12 は複数のモジュール起動制御タスク 22 a, ..., 22 k と AP 構成情報 23 と複数のメッセージ・オブジェクト 24 a, ..., 24 m と RT 通信処理制御 25 からなる。さらに AP 構成情報 23 は AP モジュール構成情報 23 a, メッセージ・オブジェクト構成情報 23 b よりなる。また図中の矢印 31 a ~ 31 n, 32 a ~ 32 k, 33 a ~ 33 k, 34 a ~ 34 m, 35 a ~ 35 k, 36, 25 a, 25 b らは制御フローである。

【0019】

図 2 は AP モジュール構成情報 23 a を示したものである。

【0020】

図に示す表の左列はシステム内で実行される AP モジュール、右列は左列の該 AP モジュールの実行終了後、次に実行されるモジュールを示すモジュール起動制御タスク (AP モジュールあるいはメッセージ・オブジェクトの送受信処理) が登録されている。

【0021】

図の例では、モジュール起動制御タスクが AP モジュール: M1 実行後、次に実行するのはメッセージ・オブジェクト: MsgObj1 送信であり、また、AP モジュール: M2 実行後、次に実行するのは AP モジュール: M3 であることを示している。AP モジュール: M3 実行後、次に実行されるモジュールが NULL になっているが、この NULL は、次に実行されるモジュールが存在しない、即ち、モジュール起動制御タスクの終了を示す。また、AP モジュール: M4 実行後、次に実行するのはメッセージ・オブジェクト: MsgObj3 送信である。

【0022】

図 3 はメッセージ・オブジェクト構成情報 23 b を示したものである。

【0023】

図に示す表の第一列 (最左列) は、システム内のメッセージ・オブジェクト名、第二列は通信処理優先度、第三列は通信処理がユニット内通信かユニット間通

信かを示すフラグである内部／外部通信、第四列は通信サービス種類、第五列はメッセージ・オブジェクトの送信処理実行後、次に実行されるモジュール、第六列（最右列）はメッセージ・オブジェクトの受信処理実行後、次に実行されるモジュールが登録されている。なお通信処理優先度は、ユニット間通信の時のみ設定され、ユニット内通信では未設定（NULL）となる。

【0024】

通信サービス種類は、同期通信と非同期通信の2種類がある。

【0025】

（1）同期通信は、メッセージ送信処理の場合、該処理後、即メッセージを受信側に送信する処理が実行され、また、メッセージ受信処理の場合、メッセージ受信イベントが発生後、即、該処理が実行される通信サービスである。

【0026】

（2）非同期通信は、メッセージ送信処理の場合、該送信処理後、メッセージを受信側に送信する処理が即実行される保証は無い。基本的には、送信処理を実行するモジュール起動制御タスクAとは異なる別の実行制御タスクBにて、モジュール起動制御タスクAとは無関係に、メッセージを受信側に送信する処理が実行される。また、メッセージ受信処理の場合、該メッセージ受信イベントとは無関係の他のイベント（周期タイマ、センサ入力他）で該メッセージ受信処理が実行される通信サービスである。

【0027】

図の例では、MsgObj1は、その通信優先度はNULL、ユニット内部通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクがMsgObj1送信処理実行後、次に実行するのは、MsgObj1受信処理であり、また、モジュール起動制御タスクがMsgObj1受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：M2であることを示している。

【0028】

MsgObj2は、その通信優先度は中、ユニット外部通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクがMsgObj2送信処理実行後、次に実行するのは、NULL、即ち、モジュール起動制御タスクの終了を示しており、また、モジュ

ール起動制御タスクがMsgObj2 受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：M4であることを示している。

【0029】

一方、MsgObj3 は、その通信優先度は低、ユニット外部通信、非同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクがMsgObj3 送信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：M5であり、また、モジュール起動制御タスクがMsgObj3 受信処理実行後、次に実行するのは、NULL、即ち、モジュール起動制御タスクの終了を示している。

【0030】

AP構成情報23内のAPモジュール構成情報23a，メッセージ・オブジェクト構成情報23bは、各モジュール起動制御タスク22a，…，22kが参照可能な共有データとしてユニット1a内のメモリ上に格納される。

【0031】

なお本実施例では、AP構成情報23を図2，図3に示すAPモジュール構成情報23a，メッセージ・オブジェクト構成情報23bの2表より構成されることにしたが、これらが1つの表に統合されても構わない。APモジュール、メッセージ・オブジェクトを併せて各モジュールの次実行モジュールが登録されている表と、図3のメッセージ・オブジェクトの次実行モジュールを除いた情報をまとめた表にわけるとも可能である。また、これらの情報は、表の形である必要はなく、例えば、各モジュールの構成情報単位の構造体を定義し、これらをポインタで管理してもよい。

【0032】

次に、本発明の基本的な動作例を以下説明する。図1において、動作の主体となるのは、モジュール起動制御タスク22a～22kであり、ここでは、モジュール起動制御タスクの動作を表すフローチャート図26を用いて図1の動作例を説明することにする。

【0033】

501にてRTOS13によりモジュール起動制御タスクが起動される。起動されたタスクは502にて最初に実行するモジュールを実行する（注：501と502

の詳細は、図 4 にて後述する)。

【0034】

モジュール実行後、503にてAP構成情報23を参照し、次実行モジュールを求める。

【0035】

次実行モジュールがメッセージ・オブジェクトであるかどうか504にて確認し、メッセージでないならば、APモジュールであるか505にて確認、APモジュールでもないのならば、該タスクは実行すべき全てのモジュールを終了したので、該タスクの処理を終了する。

【0036】

505にて、次実行モジュールがAPモジュールならば、507にて該APモジュールを実行し、実行が終了したら503に戻ってAP構成情報23の参照より処理を繰り返す。

【0037】

504にて、次実行モジュールがメッセージ・オブジェクトならば、送信処理なのか受信処理なのかを508にて確認する。受信処理ならば、509にてRT通信制御を呼び出して受信処理を実行する。送信処理ならば、510にてRT通信制御を呼び出して送信処理を実行する。

【0038】

通信処理508あるいは510が終了したら503に戻ってAP構成情報23の参照より処理を繰り返す。

【0039】

AP構成情報23に登録されている該メッセージ・オブジェクトの通信サービスがRT通信処理制御25に記述されており、該モジュール起動制御タスクは25を呼び出し、25に記述されている処理に従い、RTOS(13)～ネットワーク通信ドライバ14を経由してユニット間通信を実行する。

【0040】

なお、RT通信処理制御25は、通信対象のメッセージ・オブジェクトの通信処理優先度、ユニット内通信かユニット間通信か、通信サービスを、AP構成情

報 23 (より正確にはメッセージ・オブジェクト構成情報 23 b) を参照することにより、通信処理を実行する。本 RT 通信処理制御 25 は、例えば、文献「OSEK / VDX Communication Version 2.0a」に記載されている、OSEK-COM 通信ライブラリによって実現可能である。

【0041】

モジュール起動制御タスクは、図 4 に示すようにして RTOS13 によって起動される。

【0042】

図 4 は割り込み処理の動作フローを示した図である。

【0043】

図において、101a から 101m は割り込み処理である。割り込み処理 101m は 111 ~ 115 の処理より構成される。他の割り込み処理も同様である。102 は割り込みベクタ表である。103a から 103n は RTOS 内タスク制御ブロック (TCB) である。TCB には、タスク実行優先度、起動後に最初に実行するモジュール情報、タスク状態他が保存されている。104 は割り込み原因一起動タスク対応表である。

【0044】

割り込み処理の動作は、以下のようになる。割り込み信号の入力により、マイクロプロセッサは、それまで実行していた処理を中断、途中結果を保存し、割り込みベクタ表 102 を参照して割り込み要因 (=ベクタ番号) に対応する割り込み処理を起動する。一例として、割り込み要因がベクタ番号 M で起動される割り込み処理が 101m の割り込み処理 M の場合、まず 111 にて割り込みの原因を特定する。具体的には、通信 LSI からの割り込みの場合、該通信 LSI の制御レジスタを参照することにより、割り込みの原因が、送信完了なのか、外部よりメッセージを受信したのか、あるいはエラーが発生したのかを特定する。ここで、割り込みの原因が原因 2 であったとすると、112 にて 104 の割り込み原因一起動タスク対応表を参照して、起動タスクを見つける。104 には、原因 2 の起動タスクはモジュール起動制御タスク 2 であり、113 にてモジュール起動制御タスク 2 の TCB 2 (103b) を参照し、該タスク状態を実行可能にする。

そして 114 にて RTOS13 に処理を渡して、割り込み処理を終了する (115)。

一方、RTOS13 は、実行可能状態のタスクの中で、最高優先度のタスクを起動し、最初に実行するモジュールを実行する。実行可能状態の複数のタスクの中から最高優先度のタスクを起動する手段は、RTOS では標準的な、優先度毎に設けられた複数のスケジューリング・キューより構成されるタスク・スケジューラにより実現される。

【0045】

一例として、図 4 で、モジュール起動制御タスク 2 が起動された場合、最初に実行するモジュールは TCB2(103b) 参照により、「MsgObj2 受信」となる。その後の該タスクの動作は、図 2，図 3 の先程の説明より、以下となる：

(1) 図 3 を参照することにより、メッセージ・オブジェクト名：MsgObj2 受信処理実行後、次に実行するのは、AP モジュール：M4 である。

【0046】

(2) 図 2 を参照することにより、AP モジュール：M4 実行後、次に実行するのはメッセージ・オブジェクト：MsgObj3 送信である。

【0047】

(3) 図 3 を参照することにより、メッセージ・オブジェクト名：MsgObj3 送信処理実行後、次に実行するのは、AP モジュール：M5 である。

【0048】

(4) 図 2 を参照することにより、AP モジュール：M5 実行後、次に実行するのは NULL、即ち、該タスクの動作終了を示す。

【0049】

以上より、該タスクの動作をまとめると、以下となる：

MsgObj2 受信→M4→MsgObj3 送信→M5→終了

AP 構成情報の参照による、モジュール起動制御タスクの動作例を以下に記す。まず最初に、あるユニット内のモジュール起動制御タスク A が最初に AP モジュール：M1 を実行するとすれば、図 2，図 3 の次実行モジュールを辿ることにより、モジュールの実行順序は、以下の通りとなる：

M1→MsgObj1 受信→MsgObj1 送信→M2→M3→終了

また、別のユニット内のモジュール起動制御タスク B が最初に MsgObj 2 受信を実行するとすれば、図 2，図 3 の次実行モジュールを辿ることにより、モジュールの実行順序は、以下の通りとなる：

MsgObj 2 受信 → M 4 → MsgObj 3 送信 → M 5 → 終了

以上の様に、モジュール起動制御タスクの動作は、関数呼び出しのみからなる c 言語のメイン関数のような、関数（＝モジュール）起動のみを行い、モジュール実行順序制御を行うといった AP 処理実行の枠組み（フレームワーク）となる。

【0050】

なお、モジュール起動制御タスクが AP モジュールを呼び出して実行する反面、AP モジュールがモジュール起動制御タスク、OS サービス（システムコール）を呼び出して実行することはしないので、また AP とモジュール起動制御タスクの間の API は、AP モジュールとなる。これは、従来技術の API が OS サービスやライブラリであるのとは、正反対である。

【0051】

本実施例では、図 1 の各ユニット内の AP 構成情報 23 は、図 2，図 3 にて示した表の全ての情報を保持する、即ち該情報はユニット間で同一情報を共有することになる。あるいは、各ユニット毎に、該ユニットが使用する情報、即ち該ユニット内モジュール（AP モジュールあるいはメッセージ・オブジェクト）に関する情報のみを保有させることは、容易に実現可能である。

【0052】

本実施例では、モジュール起動制御タスク 22a～22k が実行するモジュール AP 以外のモジュールとして、メッセージ・オブジェクトを扱った。しかし、メッセージ以外の他の入出力オブジェクト、例えば、具体的なセンサオブジェクト、アクチュエータ・オブジェクトに関しても、メッセージ・オブジェクト 34a～34m に相当する入出力オブジェクトと、RT 通信処理制御 25 に相当する入出力オブジェクト制御モジュールと、AP 構成情報 23 内に入出力オブジェクト構成情報を格納することにより、各種入出力オブジェクトに関してもメッセージ・オブジェクトと同様の実行制御が可能になる。

【0053】

本実施例では、モジュール起動制御タスク 22a～22k はタスクとしているが、RTOS13の内部の機能でもよい。この場合、タスク切り換えオーバーヘッドが減少するが、RTOSのサイズが大きくなり、ポータビリティが悪くなる。

【0054】

本実施例では、RT通信処理制御 25 はメッセージ・オブジェクト 24a～24m より呼び出されるソフトウェアモジュールであり、モジュール起動制御タスク 22a～22k にて実行されるが、25 がモジュール起動制御タスク 22a～22k とは別の独立したタスクでよいし、また 25 がRTOS13の内部の機能であってもよい。25 をタスクにした場合、22a～22k との並行処理がより柔軟に行える一方、タスク切り換えオーバーヘッドが増える。25 をRTOS内部の機能にすると、タスク切り換えオーバーヘッドが減少するが、RTOSのサイズが大きくなり、ポータビリティが悪くなる。

【0055】

本実施例では、RT通信処理制御 25 はネットワーク通信処理ドライバ 14 を直接制御していないが、直接 25 が 14 を制御する構成であってもかまわない。この場合、RTOSを経由しない分だけ、オーバーヘッドが小さくなる一方、25 が 14 を実行する際、共有資源の排他制御処理を行う必要があり、25 内のプログラムの記述が複雑になる。

【0056】

ここでは、AP構成情報変更によるシステム変更例を、具体例にて説明する。

(1) 基本構成

図5は、自動車のオートクルーズ制御を実現するために使われるスロットル制御ユニット内のモジュール起動制御タスクの動作を示したものである。

【0057】

図5において、ユニット1は、ネットワーク2に接続される。ユニット1はAPモジュールである目標駆動力計算 21y およびスロットル開度計算 21z とメッセージ・オブジェクトである目標車速 24y および目標駆動力 24z からなる。ユニット1はネットワーク2を介して目標車速の情報 43 を受信する。ユニ

ット1はユニット出力42からスロットル開度を出力する。22はモジュール起動制御タスクAである。

【0058】

図5のモジュール起動制御タスクA(22)の動作は、図6～図9に示すパラメータにて設定される。

【0059】

図6はスロットル制御ユニット1内の割り込み原因一起動タスク対応表を示す。この対応表はモジュール起動制御タスクA(22)は30msタイマにより周期起動されることを表している。

【0060】

図7はモジュール起動制御タスクAのTCB(タスク制御ブロック)を示す。タスク実行優先度は高、起動後に最初に実行するモジュールは目標車速24yの受信であることを示している。

【0061】

図8はAPモジュール構成情報を示す。APモジュール：目標駆動力計算21y実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標駆動力24zの送信処理を実行、また、APモジュール：スロットル開度計算21z実行後はタスク終了であることを示している。

【0062】

図9はメッセージ・オブジェクト構成情報を示す。メッセージ・オブジェクト：目標車速24yの通信は、その通信優先度は中、ユニット間通信、非同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標車速24yの送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標車速24yの受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標駆動力計算21yであることを示している。一方、メッセージ・オブジェクト：目標駆動力24zの通信は、その通信優先度はNULL、ユニット内通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標駆動力24zの送信処理実行後、目標駆動力24zの受信、また、モジュール起動制御タスクが目標駆動力24zの受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：スロットル開度計算21zであることを示し

ている。

【0063】

以上の図6～図9のパラメータ値により、モジュール起動制御タスクA(22)の動作は、30msタイマにより周期起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標車速24y受信→目標駆動力計算21y→目標駆動力24z送信→目標駆動力24z受信→スロットル開度計算21z実行→タスク終了

(2) 機能分散

図10は、図5のスロットル制御ユニットを2ユニットに機能分散した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示したものである。

【0064】

図10において、ユニット1yと1zは、ネットワーク2に接続される。ユニット1yはAPモジュールである目標駆動力計算21yとメッセージ・オブジェクトである目標車速24yおよび目標駆動力24z1からなる。ユニット1yはネットワーク2を介して目標車速の情報43を受信する。ユニット1yはネットワーク2に目標駆動力の情報44を送信する。22yはユニット1y内のモジュール起動制御タスクAである。ユニット1zはAPモジュールであるスロットル開度計算21zとメッセージ・オブジェクトである目標駆動力24z2からなる。ユニット1zはネットワーク2を介して目標駆動力の情報44を受信する。ユニット1zはユニット出力42からスロットル開度を出力する。22zはユニット1z内のモジュール起動制御タスクBである。

【0065】

図10のモジュール起動制御タスクA(22y)、タスクB(22z)の動作は、図11～図14に示すパラメータにて設定される。

【0066】

図11は駆動力マネジメントユニット1y、スロットル制御ユニット内1zそれぞれの割り込み原因一起動タスク対応表を示す。図より、モジュール起動制御タスクA(22y)、タスクB(22z)は、それぞれ30msタイマによる周期起動、目標駆動力24z2の受信イベント起動となることを示している。

【0067】

図12はモジュール起動制御タスクA、タスクBのTCB（タスク制御ブロック）を示す。タスクA、タスクB共にタスク実行優先度は高、また起動後に最初に実行するモジュールはタスクAが目標車速24yの受信、タスクBが目標駆動力24z2の受信であることを示している。

【0068】

図13はAPモジュール構成情報を示す。APモジュール：目標駆動力計算21y実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標駆動力24z1の送信処理を実行、また、APモジュール：スロットル開度計算21z実行後はタスク終了であることを示している。

【0069】

図14はメッセージ・オブジェクト構成情報を示す。メッセージ・オブジェクト：目標車速24yの通信は、その通信優先度は中、ユニット間通信、非同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標車速24yの送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標車速24yの受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標駆動力計算21yであることを示している。一方、メッセージ・オブジェクト：目標駆動力24z1、24z2（両者は同一オブジェクトであり、構成情報はユニット間で共有される）の通信は、その通信優先度は高、ユニット間通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標駆動力の送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標駆動力の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：スロットル開度計算21zであることを示している。

【0070】

以上の図11～図14のパラメータ値により、モジュール起動制御タスクA（22y）の動作は、30msタイマにより周期起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標車速24y受信→目標駆動力計算21y→目標駆動力送信→タスク終了

また、モジュール起動制御タスクB（22z）の動作は、目標駆動力の受信イベントで起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標駆動力受信→スロットル開度計算 21 z 実行→タスク終了

よって、(1) から (2) にシステム構成変更があった場合、以下のパラメータの変更のみで対応できる。

【0071】

・スロットル制御ユニット内 1 z の割り込み原因一起動タスク対応表のモジュール起動制御タスク B (22 z) の新規登録。

【0072】

・モジュール起動制御タスク B (22 z) のTCB (タスク制御ブロック) の新規登録。

【0073】

・AP構成情報の変更は、メッセージ・オブジェクト：目標駆動力の通信処理優先度、内部/外部通信、送信時の次実行モジュールの3箇所。

【0074】

(3) 新機能

図15は、図10のシステム構成に、新たにレーダユニットを追加した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示したものである。

【0075】

図15において、ユニット1x, 1y, 1zは、ネットワーク2に接続される。ユニット1xはAPモジュールである車間距離計算21wおよび目標車速計算21xとメッセージ・オブジェクトである車間距離24xおよび目標車速24y1からなる。ユニット1xはユニット入力41からレータ情報を入力する。ユニット1xはネットワーク2に目標車速の情報45を送信する。22xはユニット1x内のモジュール起動制御タスクCである。ユニット1y1はAPモジュールである目標駆動力計算21yとメッセージ・オブジェクトである目標車速24y2および目標駆動力24z1からなる。ユニット1y1はネットワーク2を介して目標車速の情報43を受信する。ユニット1y1はネットワーク2に目標駆動力の情報44を送信する。22yはユニット1y1内のモジュール起動制御タスクAである。ユニット1zはAPモジュールであるスロットル開度計算21zとメッセージ・オブジェクトである目標駆動力24z2からなる。ユニット1zは

ネットワーク 2 を介して目標駆動力の情報 4 4 を受信する。ユニット 1 z はユニット出力 4 2 からスロットル開度を出力する。2 2 z はユニット 1 z 内のモジュール起動制御タスク B である。

【0076】

図 1 5 のモジュール起動制御タスク A (2 2 y), タスク B (2 2 z), タスク C (2 2 x) の動作は、図 1 6 ~ 図 1 9 に示すパラメータにて設定される。

【0077】

図 1 6 は駆動力マネジメントユニット 1 y, スロットル制御ユニット内 1 z, レーダユニット 1 z それぞれの割り込み原因一起動タスク対応表を示す。図より、モジュール起動制御タスク A (2 2 y), タスク B (2 2 z), タスク C (2 2 x) は、それぞれ目標車速 2 4 y 2 の受信イベント起動、目標駆動力 2 4 z 2 の受信イベント起動、30ms タイマによる周期起動となることを示している。

【0078】

図 1 7 はモジュール起動制御タスク A, タスク B, タスク C の TCB (タスク制御ブロック) を示す。タスク A, タスク B, タスク C 共にタスク実行優先度は高、また起動後に最初に実行するモジュールはタスク A が目標車速 2 4 y 2 の受信、タスク B が目標駆動力 2 4 z 2 の受信、タスク C が車間距離計算 2 1 w であることを示している。

【0079】

図 1 8 は AP モジュール構成情報を示す。AP モジュール：目標駆動力計算 2 1 y 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標駆動力 2 4 z 1 の送信処理を実行、また、AP モジュール：スロットル開度計算 2 1 z 実行後はタスク終了であり、車間距離計算 2 1 w 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：車間距離 2 4 x の送信処理を実行、目標車速計算 2 1 x 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標車速 2 4 y 1 の送信処理を実行することを示している。

【0080】

図 1 9 はメッセージ・オブジェクト構成情報を示す。メッセージ・オブジェクト：目標車速 2 4 y 1, 2 4 y 2 (両者は同一オブジェクトであり、構成情報はユニット間で共有される) の通信は、その通信優先度は中、ユニット間通信、同

期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標車速の送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標車速の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標駆動力計算 21 yであることを示している。一方、メッセージ・オブジェクト：目標駆動力 24 z 1, 24 z 2（両者は同一オブジェクトであり、構成情報はユニット間で共有される）の通信は、その通信優先度は高、ユニット間通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標駆動力の送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標駆動力の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：スロットル開度計算 21 zであることを示している。さらに、メッセージ・オブジェクト：車間距離 24 xの通信は、その通信優先度はNULL, ユニット内通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが車間距離の送信処理実行後、メッセージ・オブジェクト：車間距離の受信処理実行、また、モジュール起動制御タスクが車間距離の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標車速計算 21 xであることを示している。

【0081】

以上の図16～図19のパラメータ値により、モジュール起動制御タスクA（22 y）の動作は、目標車速の受信イベントで起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標車速受信→目標駆動力計算 21 y→目標駆動力送信→タスク終了

また、モジュール起動制御タスクB（22 z）の動作は、目標駆動力の受信イベントで起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標駆動力受信→スロットル開度計算 21 z 実行→タスク終了

さらに、モジュール起動制御タスクC（22 x）の動作は、30msタイマにより周期起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

車間距離計算 21 w→車間距離送信→車間距離受信→目標車速計算 21 x→目標車速送信→タスク終了

よって、（2）から（3）にシステム構成変更があった場合、以下のパラメータの変更のみで対応できる。

【0082】

・駆動力マネジメントユニット内1 y 1の割り込み原因一起動タスク対応表の割り込み原因の変更。

【0083】

・レーダユニット内1 xの割り込み原因一起動タスク対応表のモジュール起動制御タスクC (22 x)の新規登録。

【0084】

・モジュール起動制御タスクC (22 x)のTCB (タスク制御ブロック)の新規登録。

【0085】

・AP構成情報の変更は、APモジュール：車間距離計算21 w、目標車速計算21 xの新規登録、メッセージ・オブジェクト：目標車速の通信サービス種類、メッセージ・オブジェクト：車間距離の新規登録。

【0086】

(4) 機能移動

図20は、図15のシステム構成にて、モジュールをあるユニットから別のユニットに移動した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示したものである。

図20において、ユニット1 v, 1 w, 1 zは、ネットワーク2に接続される。ユニット1 vはAPモジュールである車間距離計算21 wとメッセージ・オブジェクトである車間距離24 x 1からなる。ユニット1 vはユニット入力41からレータ情報を入力する。ユニット1 vはネットワーク2に車間距離の情報45を送信する。22 vはユニット1 v内のモジュール起動制御タスクCである。ユニット1 wはAPモジュールである目標車速計算21 xおよび目標駆動力計算21 yとメッセージ・オブジェクトである車間距離24 x 2および目標車速24 yおよび目標駆動力24 z 1からなる。ユニット1 wはネットワーク2を介して車間距離の情報45を受信する。ユニット1 wはネットワーク2に目標駆動力の情報44を送信する。22 wはユニット1 w内のモジュール起動制御タスクAである。ユニット1 zはAPモジュールであるスロットル開度計算21 zとメッセージ・オブジェクトである目標駆動力24 z 2からなる。ユニット1 zはネットワ

ーク 2 を介して目標駆動力の情報 4 4 を受信する。ユニット 1 z はユニット出力 4 2 からスロットル開度を出力する。2 2 z はユニット 1 z 内のモジュール起動制御タスク B である。

【0087】

図 20 のモジュール起動制御タスク A (2 2 w) , タスク B (2 2 z) , タスク C (2 2 v) の動作は、図 21 ~ 図 24 に示すパラメータにて設定される。

【0088】

図 21 は駆動力マネジメントユニット 1 w、スロットル制御ユニット内 1 z、レーダユニット 1 v それぞれの割り込み原因一起動タスク対応表を示す。図より、モジュール起動制御タスク A (2 2 w) , タスク B (2 2 z) , タスク C (2 2 v) は、それぞれ車間距離 2 4 x 2 の受信イベント起動、目標駆動力 2 4 z 2 の受信イベント起動、30ms タイマによる周期起動となる。

【0089】

図 22 はモジュール起動制御タスク A, タスク B, タスク C の TCB (タスク制御ブロック) を示す。タスク A, タスク B, タスク C 共にタスク実行優先度は高、また起動後に最初に実行するモジュールはタスク A が車間距離 2 4 x 2 の受信、タスク B が目標駆動力 2 4 z 2 の受信、タスク C が車間距離計算 2 1 w であることを示している。

【0090】

図 23 は AP モジュール構成情報を示す。AP モジュール：目標駆動力計算 2 1 y 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標駆動力 2 4 z 1 の送信処理を実行、また、AP モジュール：スロットル開度計算 2 1 z 実行後はタスク終了であり、車間距離計算 2 1 w 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：車間距離 2 4 x の送信処理を実行、目標車速計算 2 1 x 実行後、次にメッセージ・オブジェクト：目標車速 2 4 y 1 の送信処理を実行することを示している。図 23 は図 18 と同一である。

【0091】

図 24 はメッセージ・オブジェクト構成情報を示す。メッセージ・オブジェクト：目標車速 2 4 y の通信は、その通信優先度は NULL, ユニット内通信, 同

期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標車速の送信処理実行後、メッセージ・オブジェクト：目標車速の受信処理実行、また、モジュール起動制御タスクが目標車速の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標駆動力計算 21 yであることを示している。一方、メッセージ・オブジェクト：目標駆動力 24 z 1, 24 z 2（両者は同一オブジェクトであり、構成情報はユニット間で共有される）の通信は、その通信優先度は高、ユニット間通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが目標駆動力の送信処理実行後、タスク終了、また、モジュール起動制御タスクが目標駆動力の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：スロットル開度計算 21 zであることを示している。さらに、メッセージ・オブジェクト：車間距離 24 x 1, 24x2（両者は同一オブジェクトであり、構成情報はユニット間で共有される）の通信は、その通信優先度は低、ユニット間通信、同期通信サービスである。モジュール起動制御タスクが車間距離の送信処理実行後、メッセージ・オブジェクト：車間距離の受信処理実行、また、モジュール起動制御タスクが車間距離の受信処理実行後、次に実行するのは、APモジュール：目標車速計算 21 xであることを示している。

【0092】

以上の図 21～図 24 のパラメータ値により、モジュール起動制御タスク A (22 w) の動作は、車間距離の受信イベントで起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

車間距離受信→目標車速計算 21 x→目標車速送信→目標車速受信→目標駆動力計算 21 y→目標駆動力送信→タスク終了

また、モジュール起動制御タスク B (22 z) の動作は、目標駆動力の受信イベントで起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

目標駆動力受信→スロットル開度計算 21 z 実行→タスク終了

さらに、モジュール起動制御タスク C (22 v) の動作は、30ms タイマにより周期起動され、また、モジュール実行順序は以下となる：

車間距離計算 21 w→車間距離送信→タスク終了

よって、(3) から (4) にシステム構成変更があった場合、以下のパラメー

タの変更のみで対応できる。

【0093】

・駆動マネジメントユニット内 1 y 1 の割り込み原因一起動タスク対応表の割り込み原因の変更。

【0094】

・モジュール起動制御タスク A (22w) のTCB (タスク制御ブロック) の起動後に最初に実行するモジュール変更。

【0095】

・AP構成情報の変更は、APモジュール構成情報は無し、メッセージ・オブジェクト：目標車速，車間距離の通信処理優先度，内部/外部通信，送信時の次実行モジュールの変更。

【0096】

以上のように、モジュール起動制御タスクは、AP構成情報 (APモジュール構成情報，メッセージ・オブジェクト構成情報)、さらには、割り込み原因一起動タスク対応表内の起動タスク情報，タスク制御ブロック内のタスク実行優先度情報と起動後に最初に実行するモジュール情報の変更により、任意のシステム構成に対応できる。このように、システム構成が変更してもソフト変更量を小さく抑えることができるので、ソフト生産性の向上をはかることが可能になる。

【0097】

さらに、これらの情報を変更することで、APモジュールの実行順序や通信処理の実行順序やメッセージ・オブジェクトの通信処理優先度を変更でき、APと通信処理を非同期にあるいは、同期して動作させることができるので、ネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力～アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間を短くすることが可能になる。

【0098】

図25にAP構成情報設定システムの構成図を記す。

【0099】

図において、複数のユニット 1 a 1, ..., 1 n 1 とパソコン 5 1 はネットワーク 2 に接続される。各ユニット内は、アプリケーション・プログラム (AP) 1 1

と分散制御ミドルウェア 12, リアルタイムオペレーティングシステム (RTOS) 13, ネットワーク通信処理ドライバ 14 と初期化処理 15 からなる。AP 11 は、複数の AP モジュール 21 a, 21 b, ..., 21 n からなる。分散制御処理ミドルウェアは複数のモジュール起動制御タスク 22 a, ..., 22 k と AP 構成情報 23 と複数のメッセージ・オブジェクト 24 a, ..., 24 m とリアルタイム通信処理制御 25 からなる。さらに 23 は AP モジュール構成情報 23 a, メッセージ・オブジェクト構成情報 23 b よりなる。また図中の矢印 31 a ~ 31 n, 32 a ~ 32 k, 33 a ~ 33 k, 34 a ~ 34 m, 35 a ~ 35 k, 36, 25 a, 25 b, 37, 37 a らは制御フローである。51 はセンターコントロールユニットやパソコン等の汎用計算機であり、それが AP 構成情報格納ディスク 52 と接続される。

【0100】

AP 構成情報設定システムの動作は、以下のようになる。AP 構成情報格納ディスク 52 には全ユニットの AP 構成情報が格納されており、システム立ち上げ時に、計算機 51 が AP 構成情報格納ディスク 52 より AP 構成情報の書き換えが必要なユニット宛に該ユニットの AP 構成情報 (図 4 に記した割り込み原因一起動タスク対応表 104、タスク制御ブロック 103 a ~ 103 n) をネットワーク経由で複数のパケットに分割して送信する。該受信側のユニットでは、初期化処理 15 がネットワーク通信ドライバ 14 経由で、送られてきたパケットを受信、AP 構成情報 23 に格納して行く。

【0101】

上記では、ディスク 52 には AP 構成情報が格納され、計算機 51 により該情報をユニット内 AP 構成情報 23 に格納する場合のみ記したが、AP 構成情報の他に、図 4 の割り込み原因一起動タスク対応表 104 やタスク制御ブロック 103 a ~ 103 n の情報も AP 構成情報格納ディスク 52 に格納され、計算機 51 により該情報をユニットに送信し、格納してもよい。

【0102】

本システムがあれば、ユニットが既にシステム実装された後でも、ユニット内のモジュール起動制御タスクの動作を変更することができるので、新ユニット追

加等のシステム構成変更があっても、ユニットをシステムから取り外さなくてよくなる。

【0103】

なお、ここでは、AP構成情報の設定をネットワーク経由で行う実施例を記したが、ネットワーク以外にもRS232等のシリアルケーブル経由でユニットのAP構成情報の設定を行うことも可能である。この場合ユニット1a1内には、シリアルケーブル・ドライバソフトが必要になり、初期化処理38はネットワーク通信処理ドライバ14の代わりにシリアルケーブル・ドライバソフトを使うことになる。

【0104】

さらに、AP構成情報の設定は、ROMライターを使用して、AP構成情報23のメモリ領域に直接書き込めることも可能である。

【0105】

図27にAP構成情報生成ツールの構成図を記す。

【0106】

図において、システム構成情報601が該ツールの入力情報、AP構成情報生成ツールは602、AP構成情報23が出力情報である。ツール602は構文解析ツール6021、データ生成ツール6022の2つのツールより構成される。

システム構成情報601は、以下に記す、タスク情報、AP情報、メッセージ・オブジェクト情報より構成される。

【0107】

(1) システム情報

・分散制御処理（入力から出力までの複数タスクの実行）のタスク実行順序、実行するタスク名及びデータフロー。

【0108】

・分散制御処理の最悪実行時間。

【0109】

・他タスクとの共有リソースアクセス競合により、処理が遅延する時間。

【0110】

- ・ 前タスクから継承される実行遅れ時間。

【0111】

- ・ 分散制御処理完了までのEnd-to-Endのデッドライン。

【0112】

(2) タスク情報

- ・ モジュール実行順序、実行するモジュール名及びデータフロー
- ・ タスク実行優先度
- ・ タスクの起動タイプ（周期タイマ起動 or イベント起動）。

【0113】

- ・ タスク起動周期時間
- 周期時間（周期起動タイプの分散制御処理）。

【0114】

- イベント発生最小時間（イベント駆動タイプの分散制御処理）。

【0115】

- ・ 自タスクの最悪応答行時間。

【0116】

(3) AP情報

- ・ 内包する全APモジュールへのポインタ。

【0117】

- ・ 各APモジュールの入力情報の個数、データタイプ。

【0118】

- ・ 各APモジュールの出力情報の個数、データタイプ。

【0119】

(4) メッセージ・オブジェクト情報

- ・ 内包する全メッセージ・オブジェクトへのポインタ。

【0120】

- ・ 各メッセージ・オブジェクトのデータタイプ。

【0121】

- ・メッセージ種類（同期通信 or 非同期通信）。

【0122】

- ・送信処理，受信処理完了までのタイムアウト時間。

【0123】

- ・送信処理リトライ上限回数。

【0124】

- ・採用する通信エラー処理。

【0125】

構文解析ツール6021は、システム構成情報601よりAP構成情報を抽出するツールであり、一般の構文解析ツールにて実現可能である。またデータ生成ツール6022は、ツール6021からの出力をAP構成情報23のフォーマットに変換するものである。

【0126】

本ツールがあれば、人手でAP構成情報23を作成しなくて済み、ソフトウェアの生産性が向上する。

【0127】

図28に分散制御処理ミドルウェア・コード生成ツールの構成図を記す。

【0128】

図において、システム構成情報601が該ツールの入力情報、分散制御処理ミドルウェア・コード生成ツールは605、分散制御処理ミドルウェア・コードが604である。ツール605はAP構成情報生成ツール602，中間データであるAP構成情報23，コード生成ツール603より構成される。

【0129】

コード生成ツール603は、図26にてその動作を記したモジュール起動制御タスク（図1の22a～22k）と該タスクの参照データであるAP構成情報23よりモジュール起動制御タスクのコードを生成する。生成されるコードは、高級言語のソースファイルでも、アセンブラコードでも、オブジェクト・ファイルでもよい。

【0130】

本ツールによって生成されたコードは、上記で説明してきた、モジュール起動制御タスクがAP構成情報を参照する処理のコードよりもサイズを小さくできるので、メモリの節約及び実行時間のオーバーヘッドの低減がはかれる。

【0131】

【発明の効果】

本発明によれば、

AP構成情報記憶手段を変更することにより、APモジュールの実行順序や通信処理の実行順序やメッセージ・オブジェクトの通信処理優先度を変更でき、さらには、APと通信処理を非同期にあるいは、同期して動作させることができるので、ネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力～アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間を短くすることが容易になり、RT性の保証を容易にすることが可能になる。

【0132】

AP内に通信処理が混在することは無く、両者は完全に分離されており、かつ、APモジュール及び通信処理の実行順番と各通信処理のRT通信サービス情報を変更できるので、システム構成が変更してもソフト変更量を小さく抑えることによりソフト生産性の向上をはかることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施例を表すユニット構成を示す図である。

【図2】

APモジュール構成情報23aの一例を示した図である。

【図3】

メッセージ・オブジェクト構成情報23bの一例を示した図である。

【図4】

割り込み処理の動作フローを示した図である。

【図5】

スロットル制御ユニット内のモジュール起動制御タスクの動作を示した図であ

る。

【図 6】

スロットル制御ユニット 1 内の割り込み原因一起動タスク対応表を示した図である。

【図 7】

モジュール起動制御タスク A の T C B（タスク制御ブロック）を示した図である。

【図 8】

A P モジュール構成情報を示した図である。

【図 9】

メッセージ・オブジェクト構成情報を示した図である。

【図 10】

機能分散した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示した図である。

【図 11】

スロットル制御ユニット 1 内の割り込み原因一起動タスク対応表を示した図である。

【図 12】

モジュール起動制御タスク A の T C B（タスク制御ブロック）を示した図である。

【図 13】

A P モジュール構成情報を示した図である。

【図 14】

メッセージ・オブジェクト構成情報を示した図である。

【図 15】

ユニットを追加した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示した図である。

。

【図 16】

スロットル制御ユニット 1 内の割り込み原因一起動タスク対応表を示した図である。

【図 17】

モジュール起動制御タスク A の TCB（タスク制御ブロック）を示した図である。

【図 18】

AP モジュール構成情報を示した図である。

【図 19】

メッセージ・オブジェクト構成情報を示した図である。

【図 20】

モジュールをあるユニットから別のユニットに移動した場合のモジュール起動制御タスクの動作を示した図である。

【図 21】

スロットル制御ユニット 1 内の割り込み原因一起動タスク対応表を示した図である。

【図 22】

モジュール起動制御タスク A の TCB（タスク制御ブロック）を示した図である。

【図 23】

AP モジュール構成情報を示した図である。

【図 24】

メッセージ・オブジェクト構成情報を示した図である。

【図 25】

AP 構成情報設定システムの構成を示した図である。

【図 26】

モジュール起動制御タスクの動作を表すフローチャートを示した図である。

【図 27】

AP 構成情報生成ツールの構成を示した図である。

【図 28】

分散制御処理ミドルウェア・コード生成ツールの構成を示した図である。

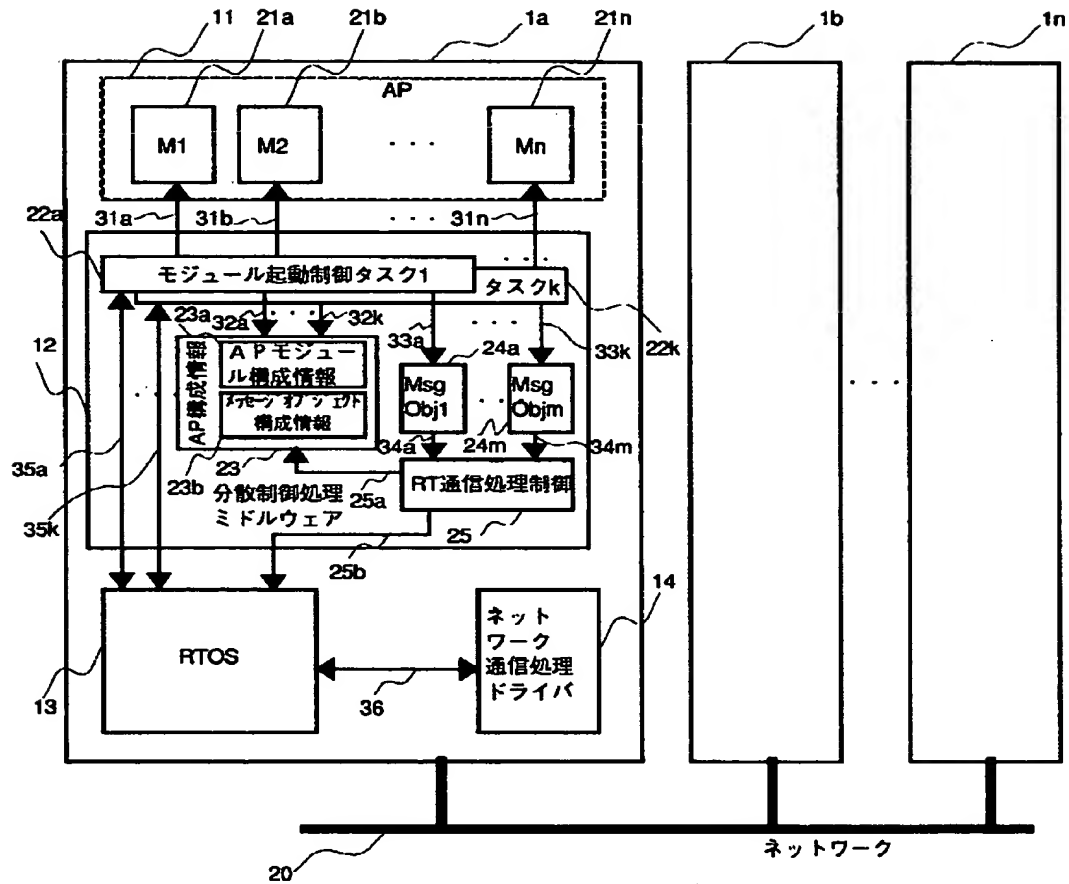
【符号の説明】

1…ユニット、11…アプリケーション・プログラム、12…分散制御ミドルウェア、13…リアルタイムオペレーティングシステム、14…ネットワーク通信処理ドライバ、20…ネットワーク、21…アプリケーション・プログラムモジュール、22…モジュール起動タスク、23…アプリケーション・プログラム構成情報、24…メッセージ・オブジェクト、25…リアルタイム通信処理制御、31～38…制御フロー、41…ユニットへの入力、42…ユニットからの出力、43～45…ネットワークを経由する情報、51…計算機、52…AP構成情報格納ディスク、101…割り込み処理、102…割り込みベクタ表、103…リアルタイムオペレーティングシステム内タスク制御ブロック、104…割り込み原因－起動タスク対応表、111～115…割り込み処理の内容。

【書類名】 図面

【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

| APモジュール | 次実行モジュール |
|---------|-----------|
| M1 | MsgObj1送信 |
| M2 | M3 |
| M3 | NULL |
| M4 | MsgObj3送信 |
| M5 | NULL |
| ⋮ | ⋮ |
| Mn | NULL |

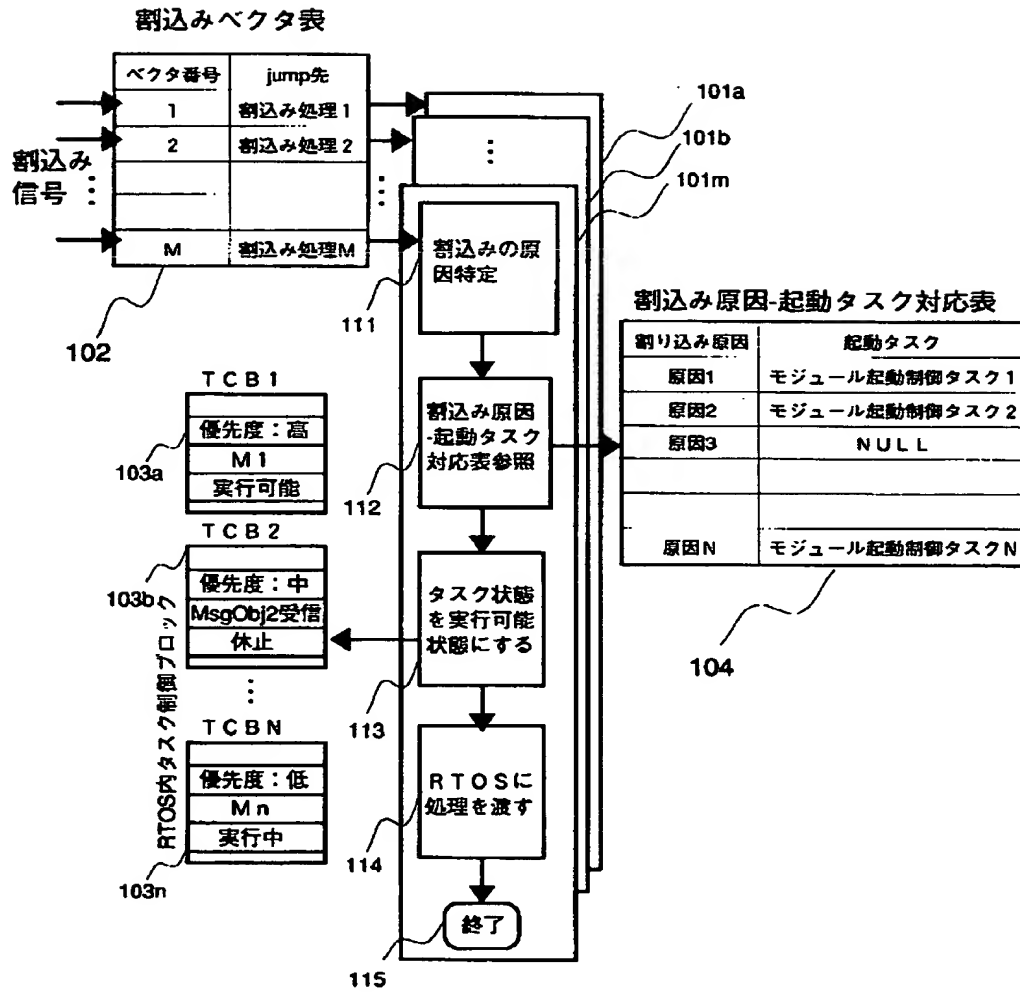
【図 3】

図 3

| 次実行モジュール | | | | | |
|--------------|---------|---------|----------|-----------|------|
| メッセージオブジェクト名 | 通信処理優先度 | 内部/外部通信 | 通信サービス種類 | 送信時 | 受信時 |
| MsgObj1 | NULL | 内部通信 | 同期 | MsgObj1受信 | M2 |
| MsgObj2 | 通信優先度中 | 外部通信 | 同期 | NULL | M4 |
| MsgObj3 | 通信優先度低 | 外部通信 | 非同期 | M5 | NULL |
| ⋮ | | ⋮ | | | |
| MsgObjm | 通信優先度高 | 外部通信 | 同期 | NULL | NULL |

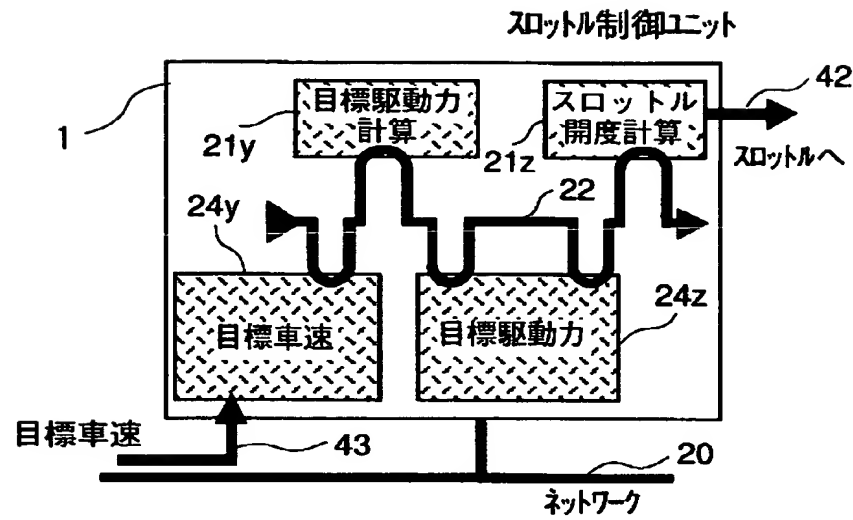
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【図 6】

図 6

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|---------|---------------|
| 30msタイマ | モジュール起動制御タスクA |

【図 7】

図 7

| |
|--------|
| 優先度：高 |
| 目標車速受信 |
| |
| |

【図 8】

図 8

| | |
|-----------|----------|
| APモジュール | 次実行モジュール |
| 目標駆動力計算 | 目標駆動力、送信 |
| スロットル開度計算 | NULL |

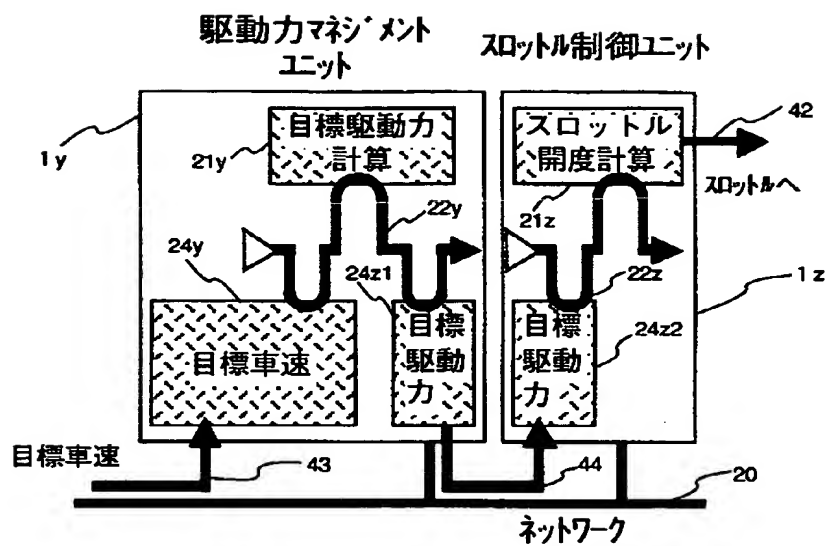
【図 9】

図 9

| 次実行モジュール | | | | | |
|--------------|---------|---------|----------|----------|-----------|
| メッセージオブジェクト名 | 通信処理優先度 | 内部／外部通信 | 通信サービス種類 | 送信時 | 受信時 |
| 目標車速 | 通信優先度中 | 外部通信 | 非同期 | NULL | 目標駆動力計算 |
| 目標駆動力 | NULL | 内部通信 | 同期 | 目標駆動力、受信 | スロットル開度計算 |

【図 10】

図 10



【図 11】

図 11

| | |
|---------|---------------|
| 割り込み原因 | 起動タスク |
| 30msタイマ | モジュール起動制御タスクA |

| | |
|---------|---------------|
| 割り込み原因 | 起動タスク |
| 目標駆動力受信 | モジュール起動制御タスクB |

【図 1 2】

図 1 2

| | |
|--------|---------|
| 優先度：高 | 優先度：高 |
| 目標車速受信 | 目標駆動力受信 |
| | |
| | |

【図 1 3】

図 1 3

| | |
|-----------|----------|
| APモジュール | 次実行モジュール |
| 目標駆動力計算 | 目標駆動力送信 |
| スロットル開度計算 | NULL |

【図 1 4】

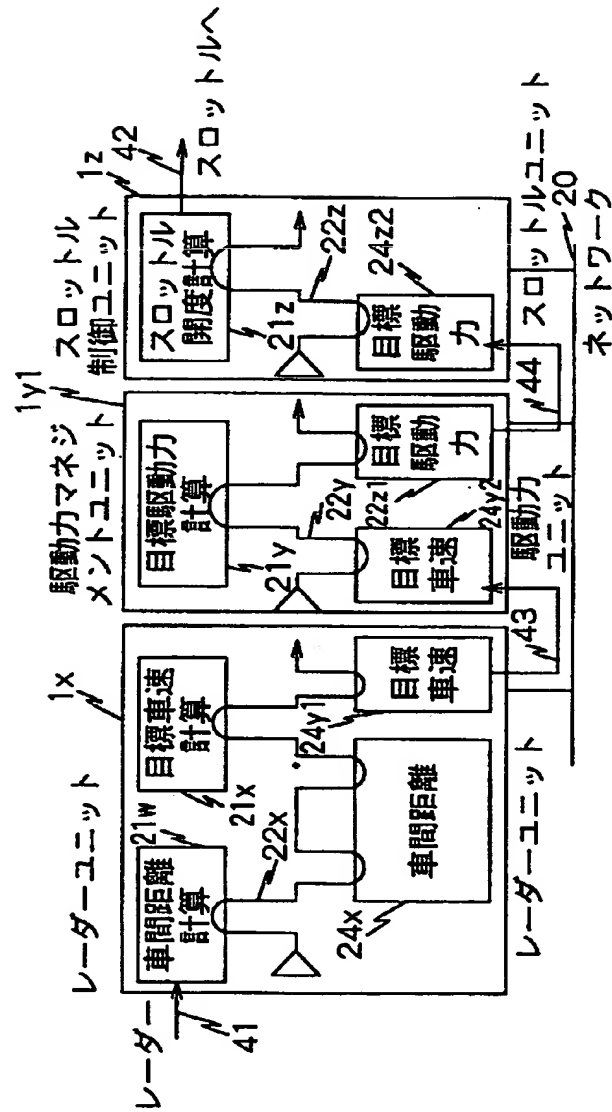
図 1 4

次実行モジュール

| メッセージオブジェクト名 | 通信処理優先度 | 内部/外部通信 | 通信サービス種類 | 送信時 | 受信時 |
|--------------|---------|---------|----------|------|-----------|
| 目標車速 | 通信優先度中 | 外部通信 | 非同期 | NULL | 目標駆動力計算 |
| 目標駆動力 | 通信優先度高 | 外部通信 | 同期 | NULL | スロットル開度計算 |

【図 15】

レーダーユニット追加によるパラメータ変更（追従制御）



【図 16】

図 16

駆動力マネジメントユニット内の割込み原因－起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|--------|----------------|
| 目標車速受信 | モジュール起動制御タスク A |

スロットル制御ユニット内の割込み原因－起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|---------|----------------|
| 目標駆動力受信 | モジュール起動制御タスク B |

レーダーユニット内の割込み原因－起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|----------|----------------|
| 30ms タイマ | モジュール起動制御タスク C |

【図 17】

図 17

モジュール起動制御タスク A
の TCB

| |
|--------|
| 優先度：高 |
| 目標車速受信 |

モジュール起動制御タスク B
の TCB

| |
|---------|
| 優先度：高 |
| 目標駆動力受信 |

モジュール起動制御タスク C
の TCB

| |
|--------|
| 優先度：高 |
| 車間距離計算 |

【図 18】

図 18

AP モジュール構成情報表

| AP モジュール | 次実行モジュール |
|-----------|-----------|
| 目標駆動力計算 | 目標駆動力. 送信 |
| スロットル開度計算 | NULL |
| 車間距離計算 | 車間距離. 送信 |
| 目標車速計算 | 目標車速. 送信 |

【図 19】

図 19

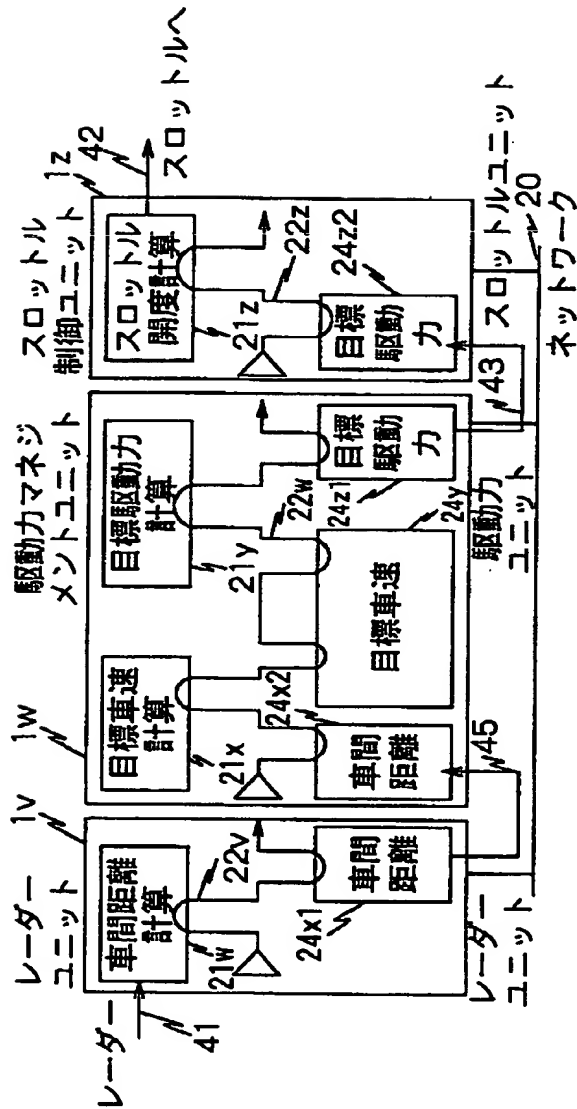
メッセージオブジェクト構成情報表

| メッセージ オブジェクト名 | 通信処理 優先度 | 内部／外部 通信 | 通信サービス 種類 | 次実行モジュール | |
|------------------|-------------|-------------|--------------|----------|-----------|
| | | | | 送信時 | 受信時 |
| 目標車速 | 通信優先度中 | 外部通信 | 同期 | NULL | 目標区動力計算 |
| 目標駆動力 | 通信優先度高 | 外部通信 | 同期 | NULL | スロットル開度計算 |
| 車間距離 | NULL | 内部通信 | 同期 | 車間距離. 受信 | 目標車速計算 |

【図 20】

図 20

機能移動によるパラメータ変更



【図 21】

図 21

駆動力マネジメントユニット内の割り込み原因-起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|--------|----------------|
| 車間距離受信 | モジュール起動制御タスク A |

スロットル制御ユニット内の割り込み原因-起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|---------|----------------|
| 目標駆動力受信 | モジュール起動制御タスク B |

レーダーユニット内の割り込み原因-起動タスク対応表

| 割り込み原因 | 起動タスク |
|----------|----------------|
| 30ms タイマ | モジュール起動制御タスク C |

【図 22】

図 22

モジュール起動制御タスク A
の TCB

| |
|--------|
| 優先度：高 |
| 車間距離受信 |

モジュール起動制御タスク B
の TCB

| |
|---------|
| 優先度：高 |
| 目標駆動力受信 |

モジュール起動制御タスク C
の TCB

| |
|--------|
| 優先度：高 |
| 車間距離計算 |

【図 23】

図 23

AP モジュール構成情報表

| AP モジュール | 次実行モジュール |
|-----------|-----------|
| 目標駆動力計算 | 目標駆動力. 送信 |
| スロットル開度計算 | NULL |
| 車間距離計算 | 車間距離. 送信 |
| 目標車速計算 | 目標車速. 送信 |

【図 24】

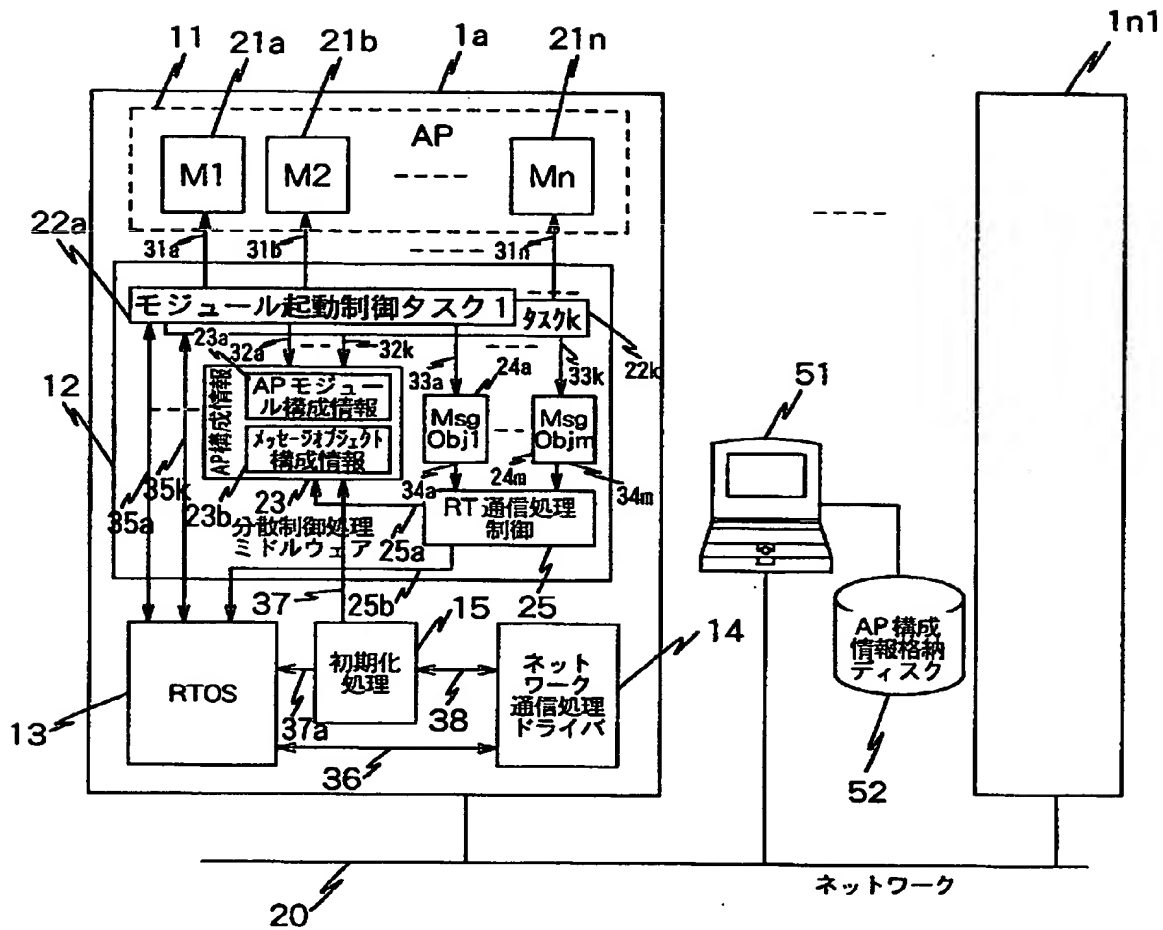
図 24

メッセージオブジェクト構成情報表

| メッセージ オブジェクト名 | 通信処理 優先度 | 内部／外部 通信 | 通信サービス 種類 | 送信時 次実行モジュール | 受信時 |
|------------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|-----------|
| 目標車速 | 通信優先度中 | 外部通信 | 同期 | 目標車速. 受信 | 目標駆動力計算 |
| 目標駆動力 | 通信優先度高 | 外部通信 | 同期 | NULL | スロットル開度計算 |
| 車間距離 | NULL | 内部通信 | 同期 | NULL | 目標車速計算 |

【図 25】

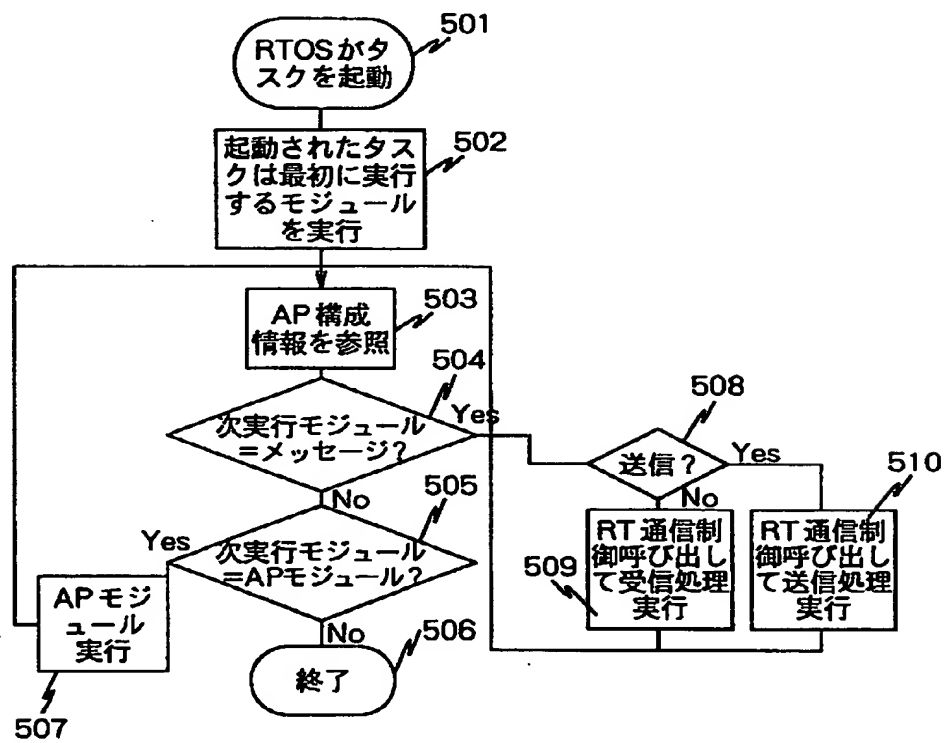
図 25



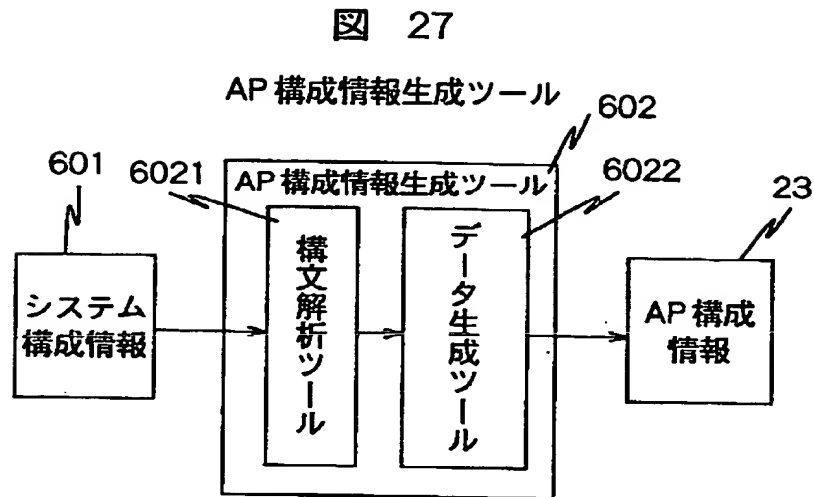
【図 26】

図 26

モジュール起動制御タスクの動作を表すフローチャート



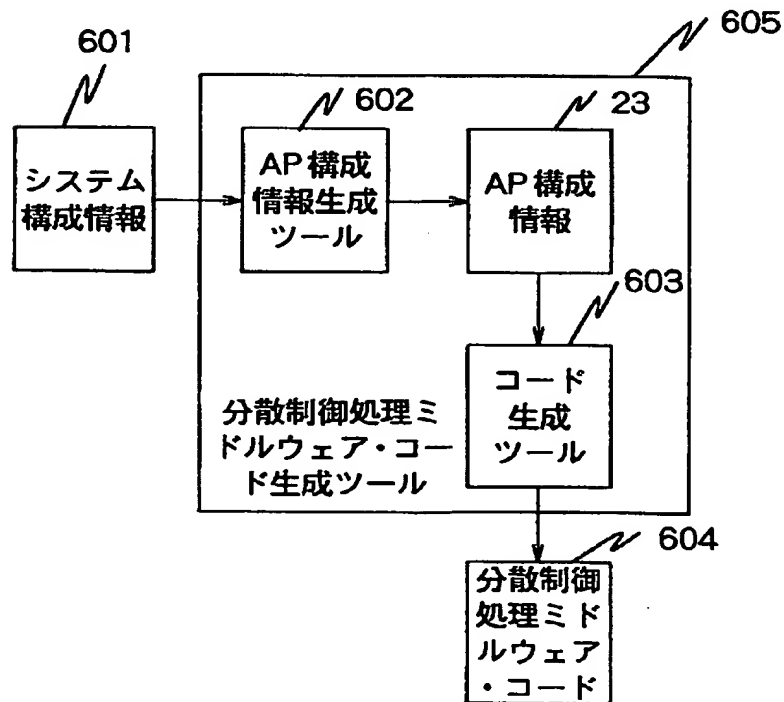
【図 27】



【図 28】

図 28

分散制御処理ミドルウェア・コード生成ツール



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

RT性の保証を容易化することが可能であり、かつネットワークを跨った通信処理を含むセンサ入力～アクチュエータ出力を行う処理の最悪実行時間を短くすることが出来、かつシステム構成が変更してもソフト変更量を小さく抑えることによりソフト生産性の向上をはかる。

【解決手段】

APの実行を制御、管理する、ミドルウェア、OS、割り込み処理、ドライバソフト等より構成されるソフトウェアプラットフォーム内にAPモジュールまたは通信処理の実行順番、あるいは各通信処理のRT通信サービス情報が格納されているAP構成情報記憶手段とAP構成情報記憶手段を参照し、AP構成情報記憶手段に格納されている実行順番に従ってAPモジュールを実行したり、通信処理を実行するモジュール起動制御手段を設ける。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成10年 8月 7日

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】 申請人

【識別番号】 100068504

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 1-5-1 株式会社日立製
作所 知的所有権本部内

【氏名又は名称】 小川 勝男

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

| | |
|----------|--------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月31日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地 |
| 氏 名 | 株式会社日立製作所 |